



UCL

**Université
catholique
de Louvain**

Institut d'Astronomie et de Géophysique G. Lemaître

Chemin du Cyclotron, 2

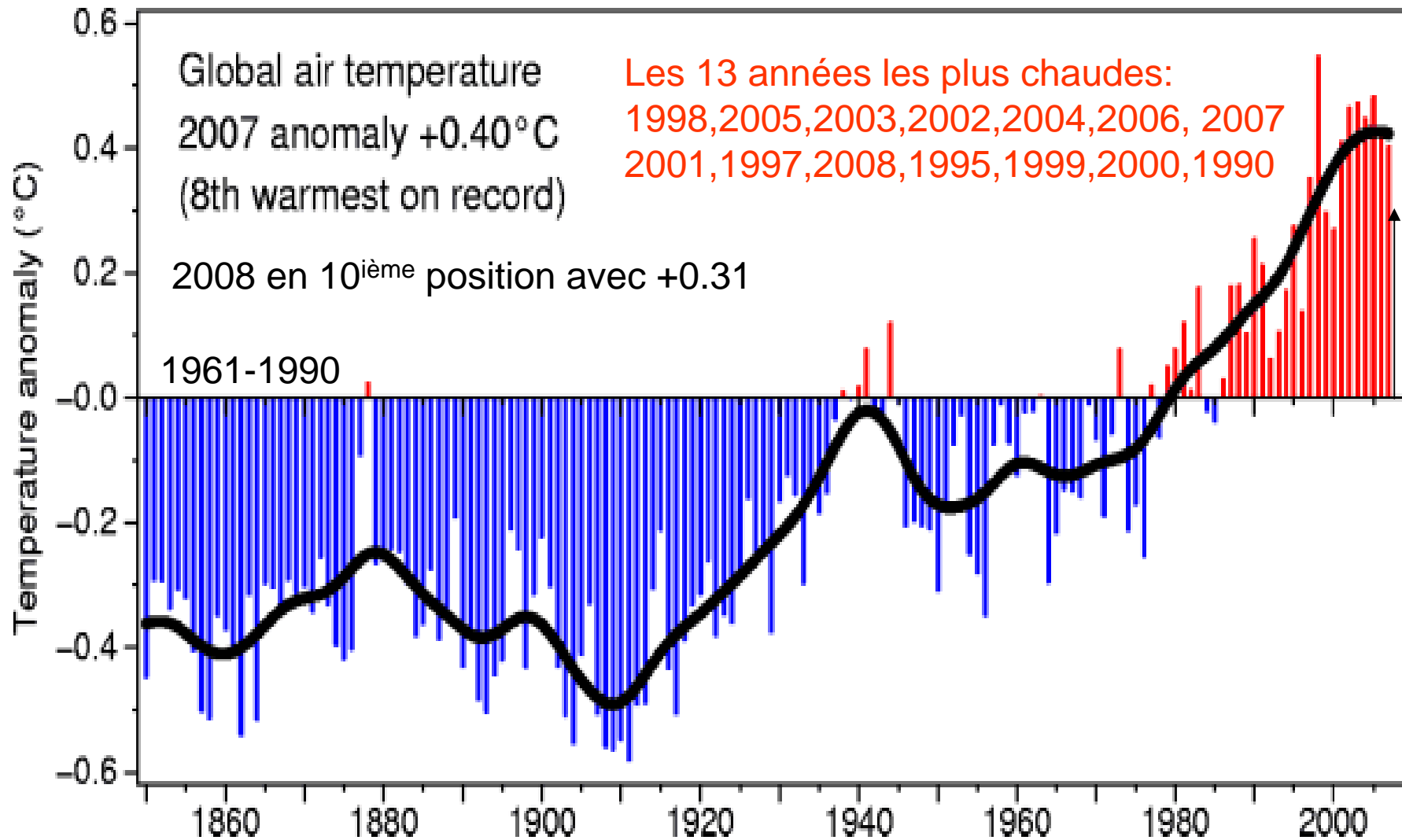
1348 Louvain-la-Neuve

CHANGEMENT CLIMATIQUE ET CRISE DE L'ÉNERGIE:

Que peut-on faire aujourd'hui en Belgique

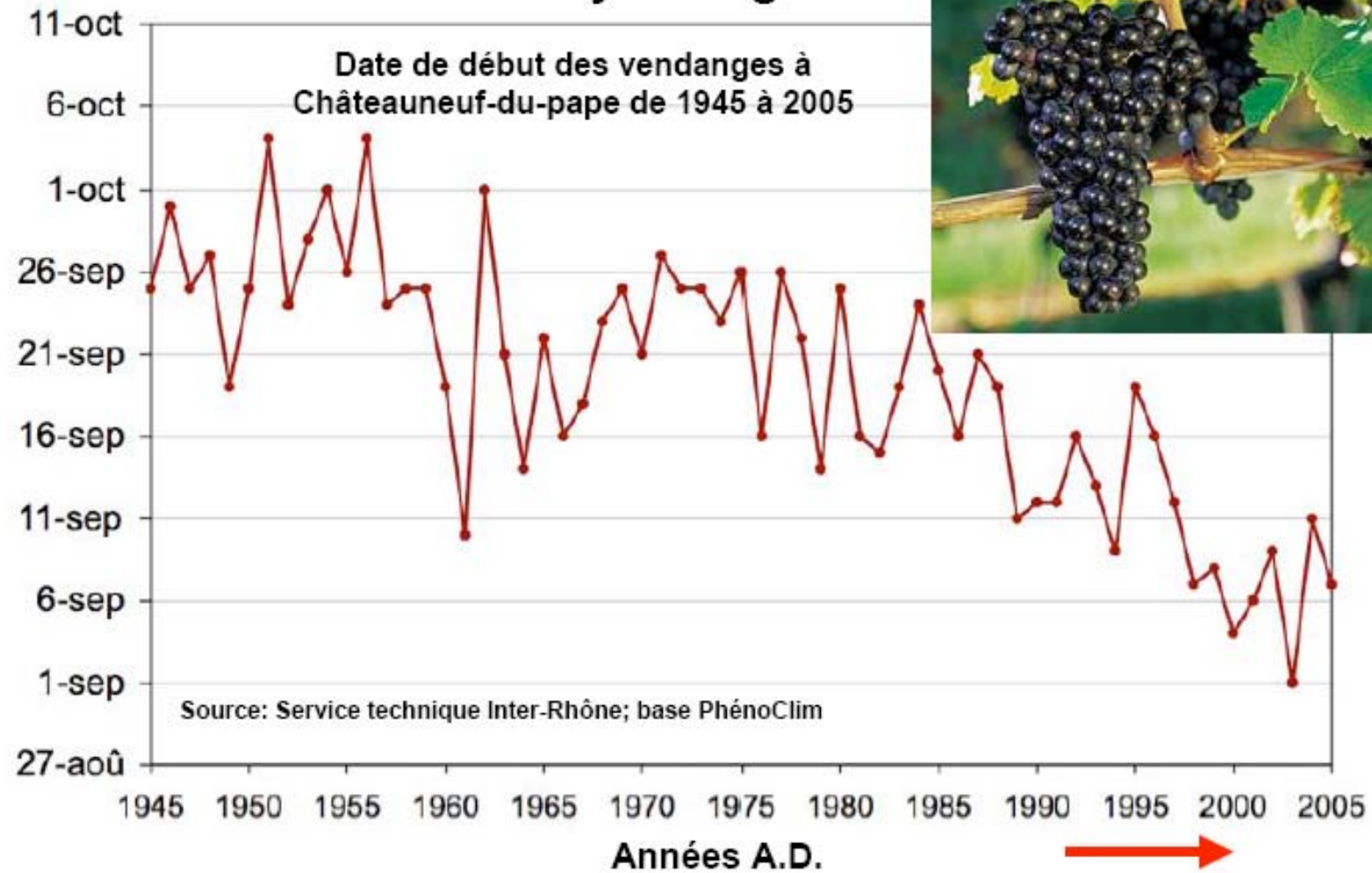
A. Berger

**Cercle Royal Gaulois Artistique et Littéraire, Tribune Ville et Société,
Bruxelles le 25 mars 2009**



Climatic Research Unit, University of East Anglia, Jones et al., 2008

Changements écologiques : avancement du cycle végétatif



Northern Hemisphere Sea-Ice Extent Anomaly (10^6 km^2) for 1973–10/2006

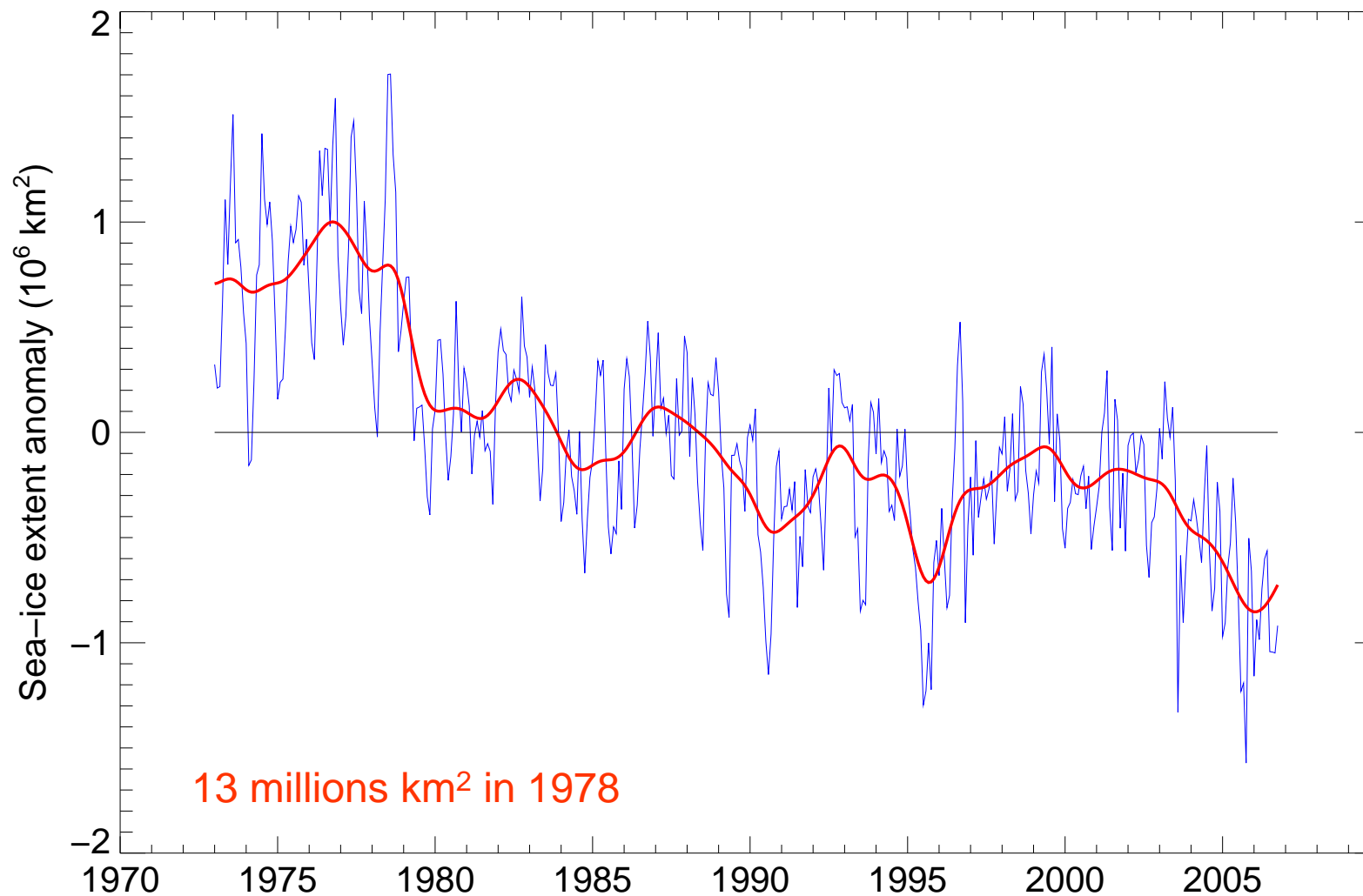


Figure 5.a: Monthly Northern hemisphere sea ice extent anomalies to October 2006 relative to the 1973-2006 average. Jones Ph., CRU, 2007

The character of 2007's sea ice melt is unique covering the entire Arctic sector.



Hausse du niveau de la mer

-au cours du 20ème siècle : 1.5- 2 mm/an

- au cours des années 1990 : ~3 mm/an



1864

glacier d'Argentière



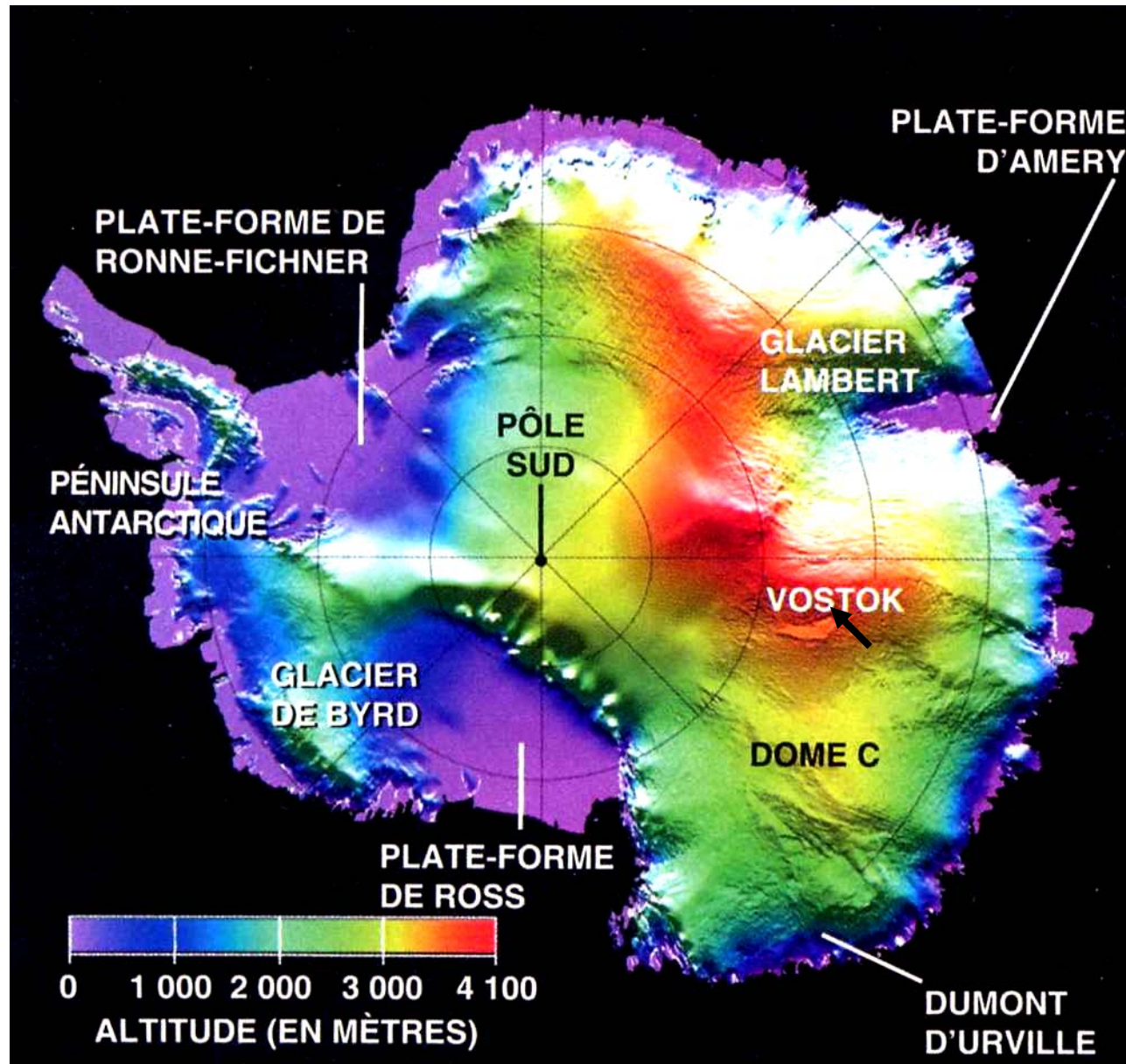
1896



1995

Fily, 2006-ERCA

Fonte Antarctique Ouest: 0.2 mm/an (Thomas et al., 2004)





Belgian Antarctic Station Princess Elisabeth, Utsteinen Ridge 71°57'S, 23°21'E

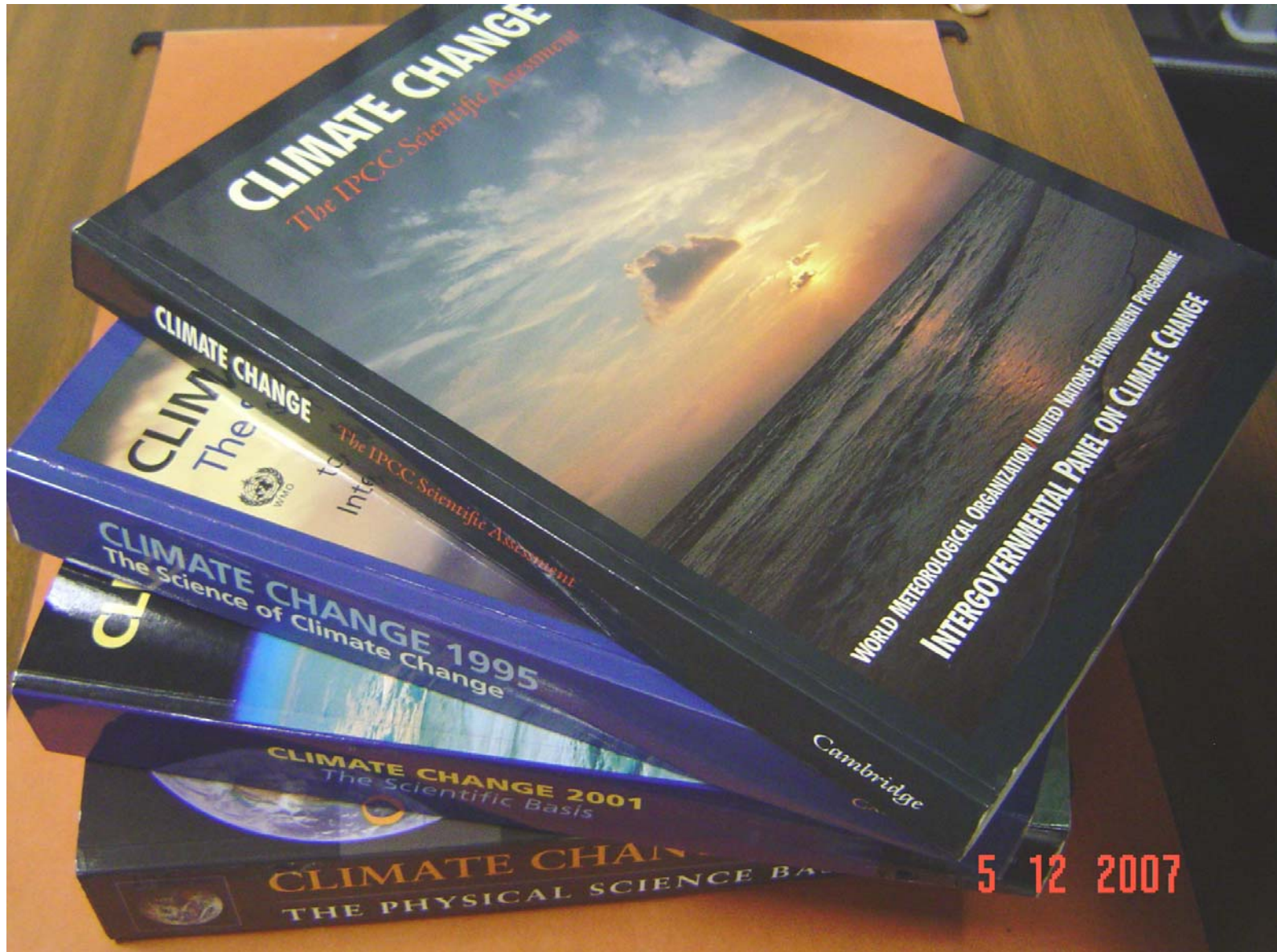


Belgian Antarctic Station Princess Elisabeth, Utsteinen Ridge 71°57'S, 23°21'E



Belgian Antarctic Station Princess Elisabeth, Utsteinen Ridge 71°57'S, 23°21'E

1990 - 1995 - 2001 - 2007



Working Group I The Physical Aspects of Climate

Le Prix Nobel de la Paix 2007



DEN NORSKE
NOBELKOMITE
*The Norwegian
Nobel Committee*

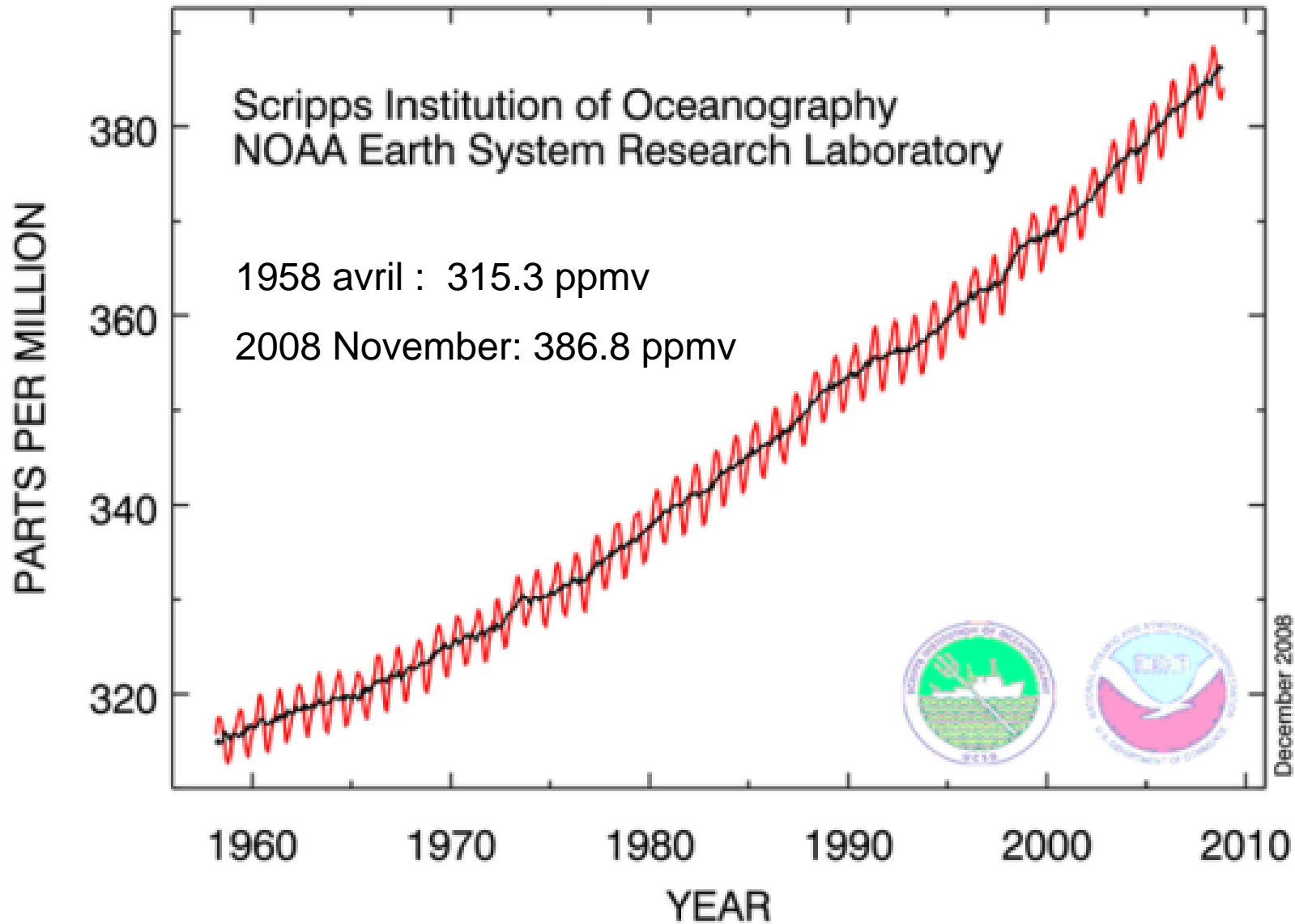


Mr. Rajendra Pachauri
Chairman of the IPCC

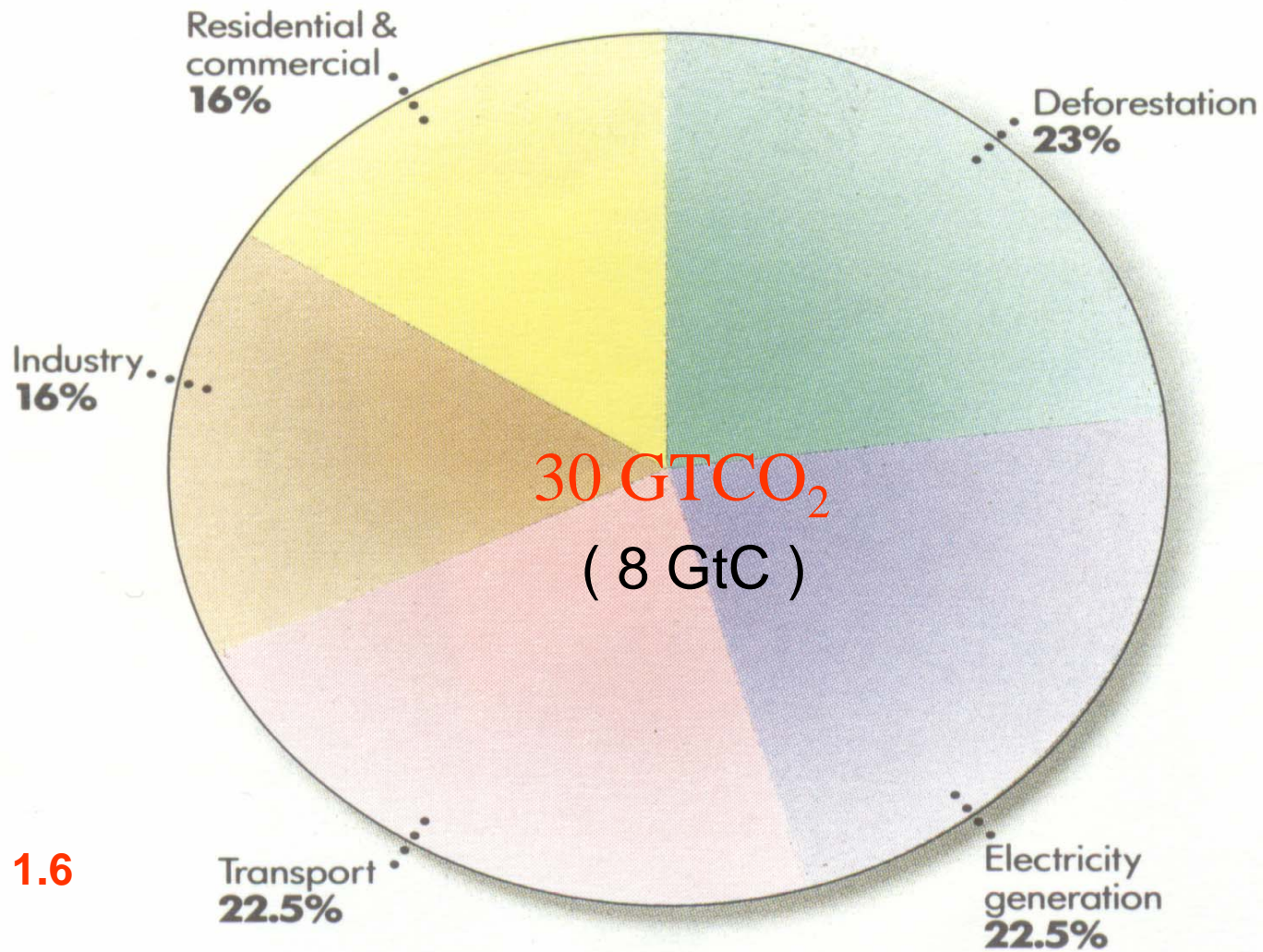


Le 12 octobre 2007, le Comité du Prix Nobel a décidé que le Prix 2007 serait partagé en deux parts égales entre le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC-IPCC) et Albert Arnold (Al) Gore pour leurs efforts à la construction et à la dissémination d'une plus grande connaissance du changement de climat lié aux activités humaines et pour leur contribution à établir les fondements des mesures nécessaires pour contrecarrer un tel changement.

Atmospheric CO₂ at Mauna Loa Observatory



http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/co2_data_mlo.html



2000-2005

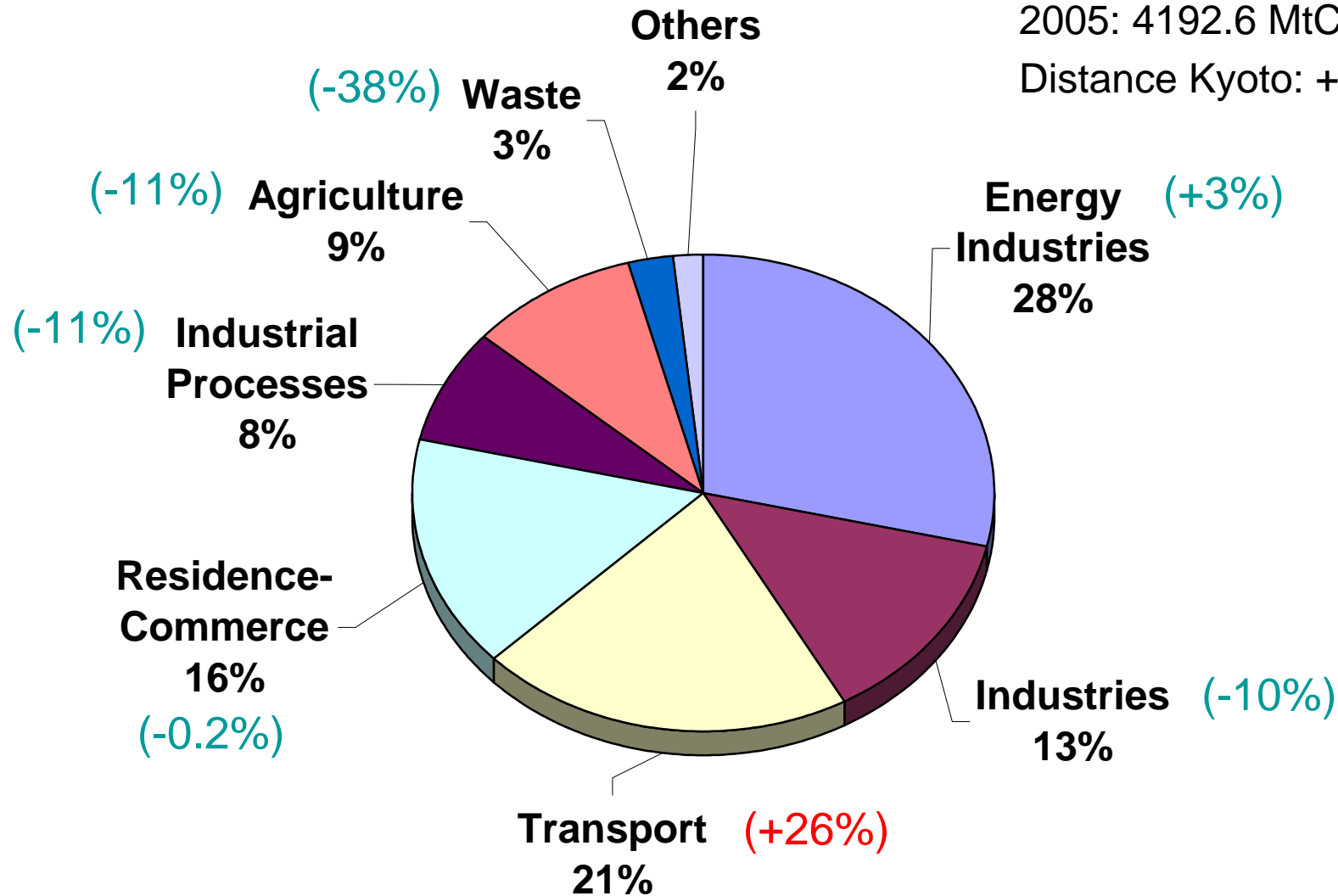
FF : 7.2

Land use : 1.6

**Percentage contribution to CO₂ emissions
(1980-85) from human activities.**

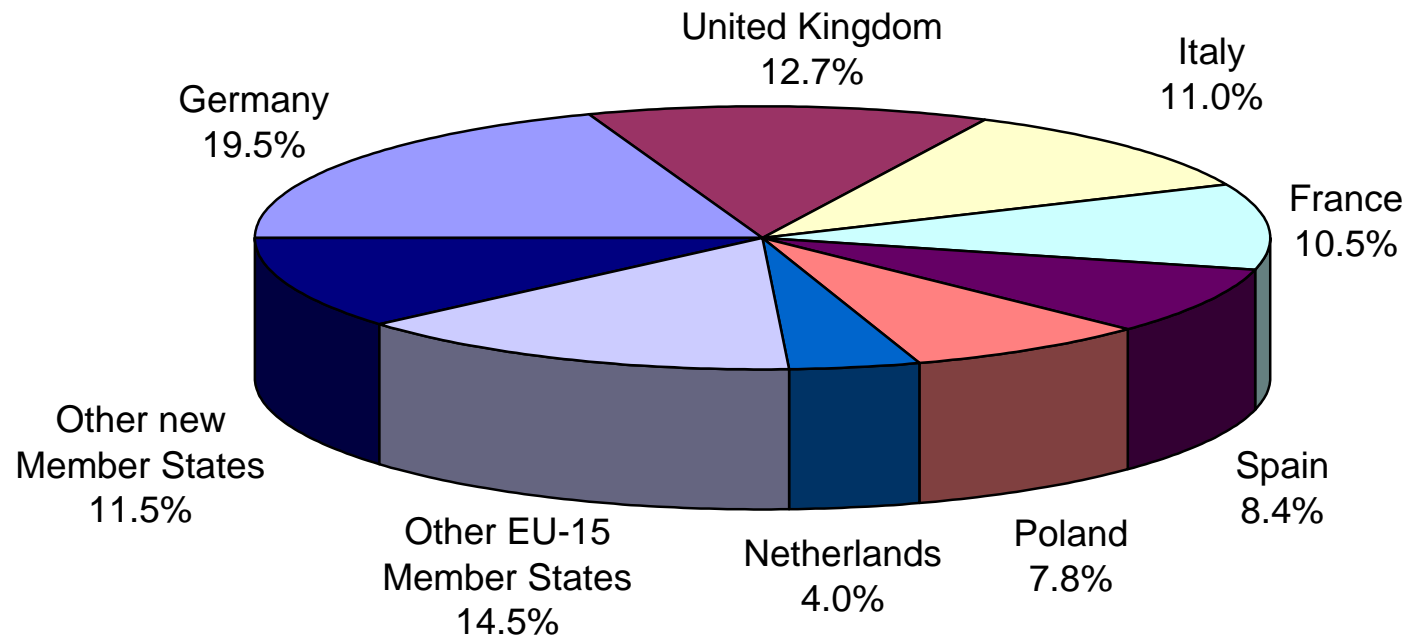
European Community GHG Emissions 2005*

1990: 4257.8 MtCO_{2eq}
2005: 4192.6 MtCO_{2eq}
Distance Kyoto: +4.5



* Without land use, land change and forestry (-217.4 MtCO_{2eq}).

Figure 2.1 Share of 2006 GHG emissions in the EU-27, by main emitting country

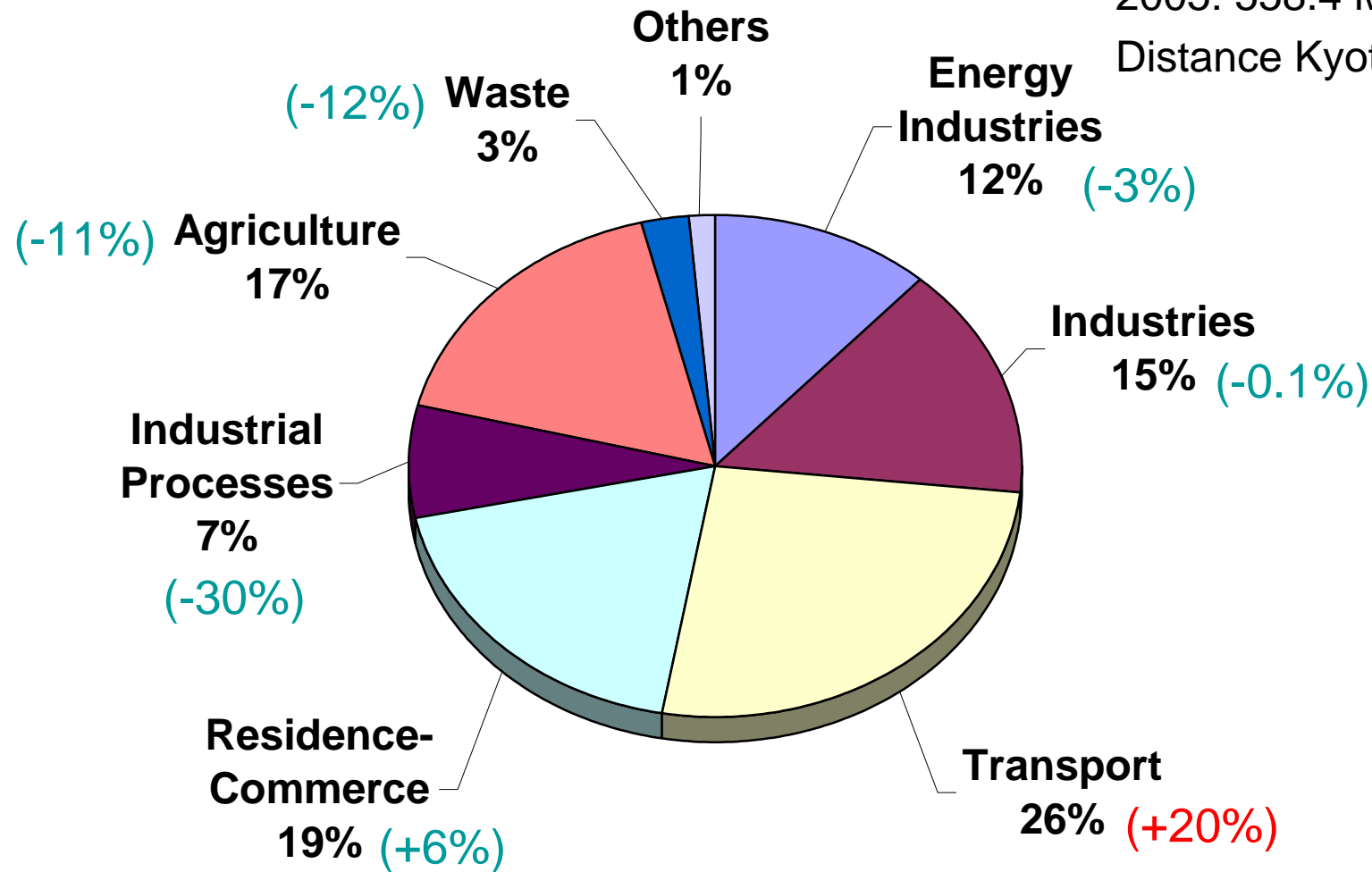


France GHG Emissions 2005*

1990: 567.3 MtCO_{2eq}

2005: 558.4 MtCO_{2eq}

Distance Kyoto : -1.6



* Without land use, land change and forestry (-34.0 MtCO_{2eq}).

ÉQUATION du CO₂ - Énergie - Société

$$\text{CO}_2 = \frac{\text{CO}_2}{\text{Technologie}} \times \frac{\text{Technologie}}{\text{habitant}} \times \text{Population}$$

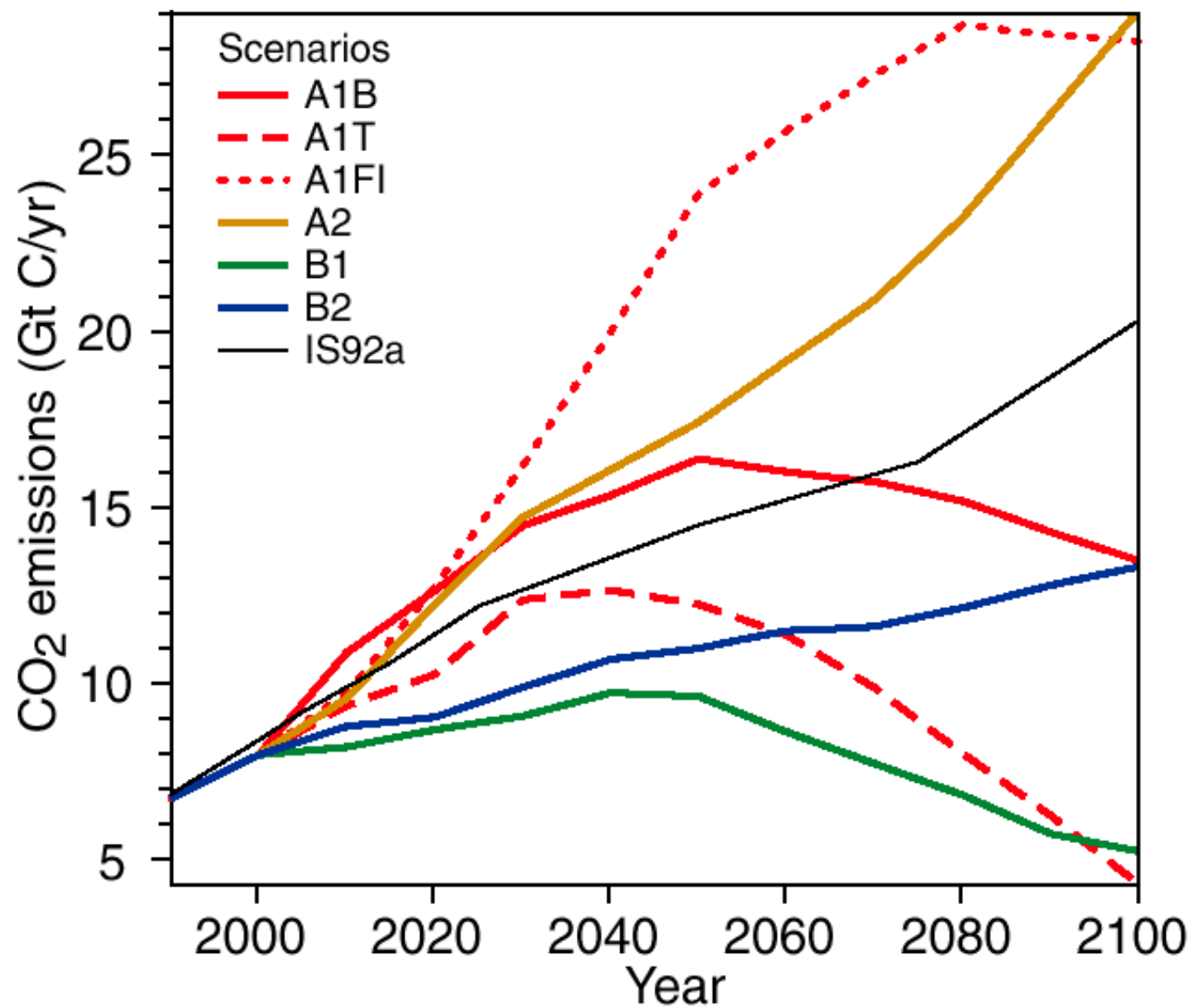
investissement
industrie
technologies propres
bien-être
standing
développement
démographie
planning

1980
 $5 \text{ GtC} = 0.6 \text{ kg C / W} * 2 \text{ kW / hab.} * 4 \times 10^9 \text{ hab.}$
↑ 1200 kg C / hab ↑

A.B 85

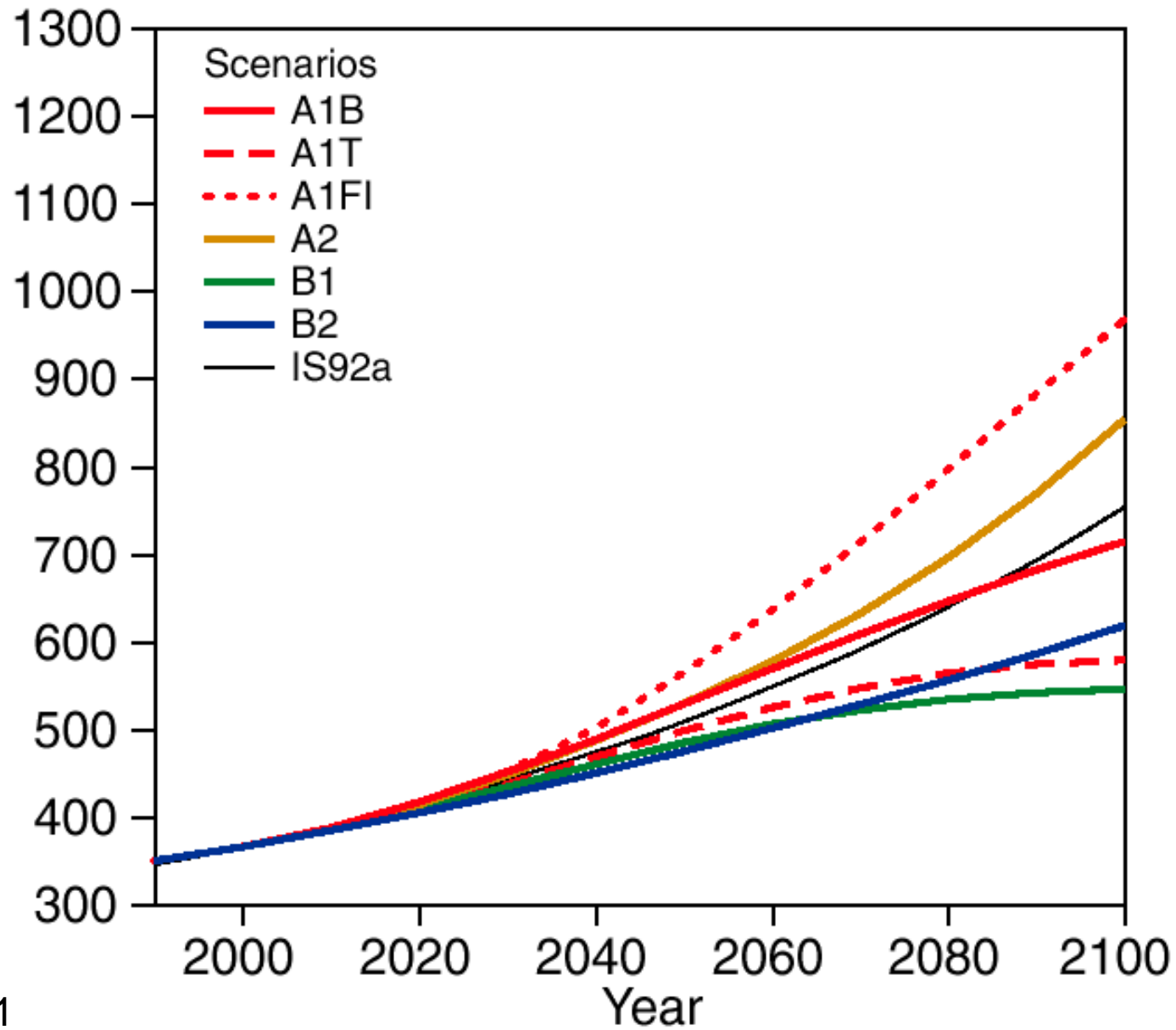
$$1 \mu\text{m} = 1.53 \mu\text{mm} = 2.12 \text{ GtC} = 7.79 \text{ GtCO}_2$$

CO₂ emissions



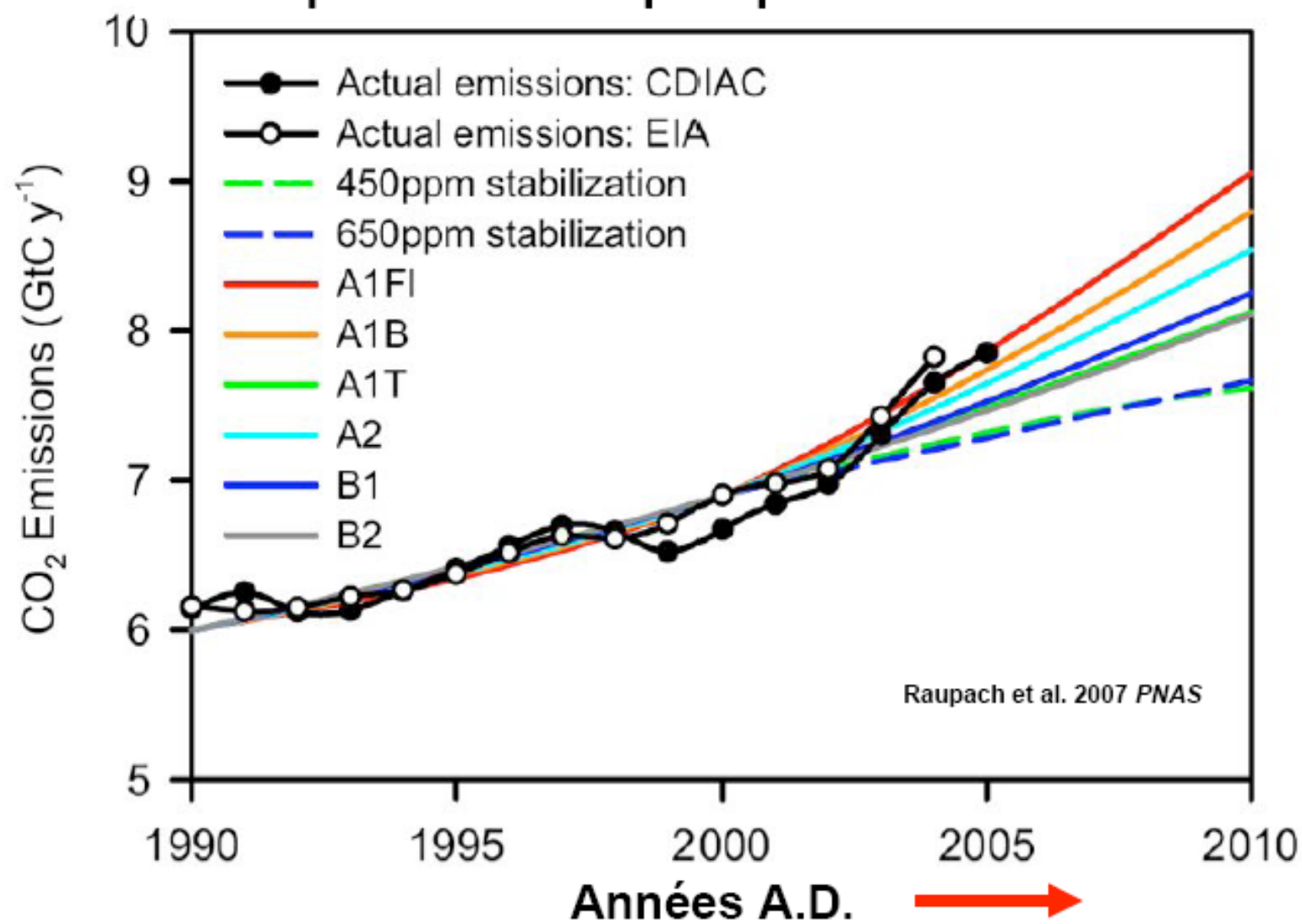
IPCC, 2001

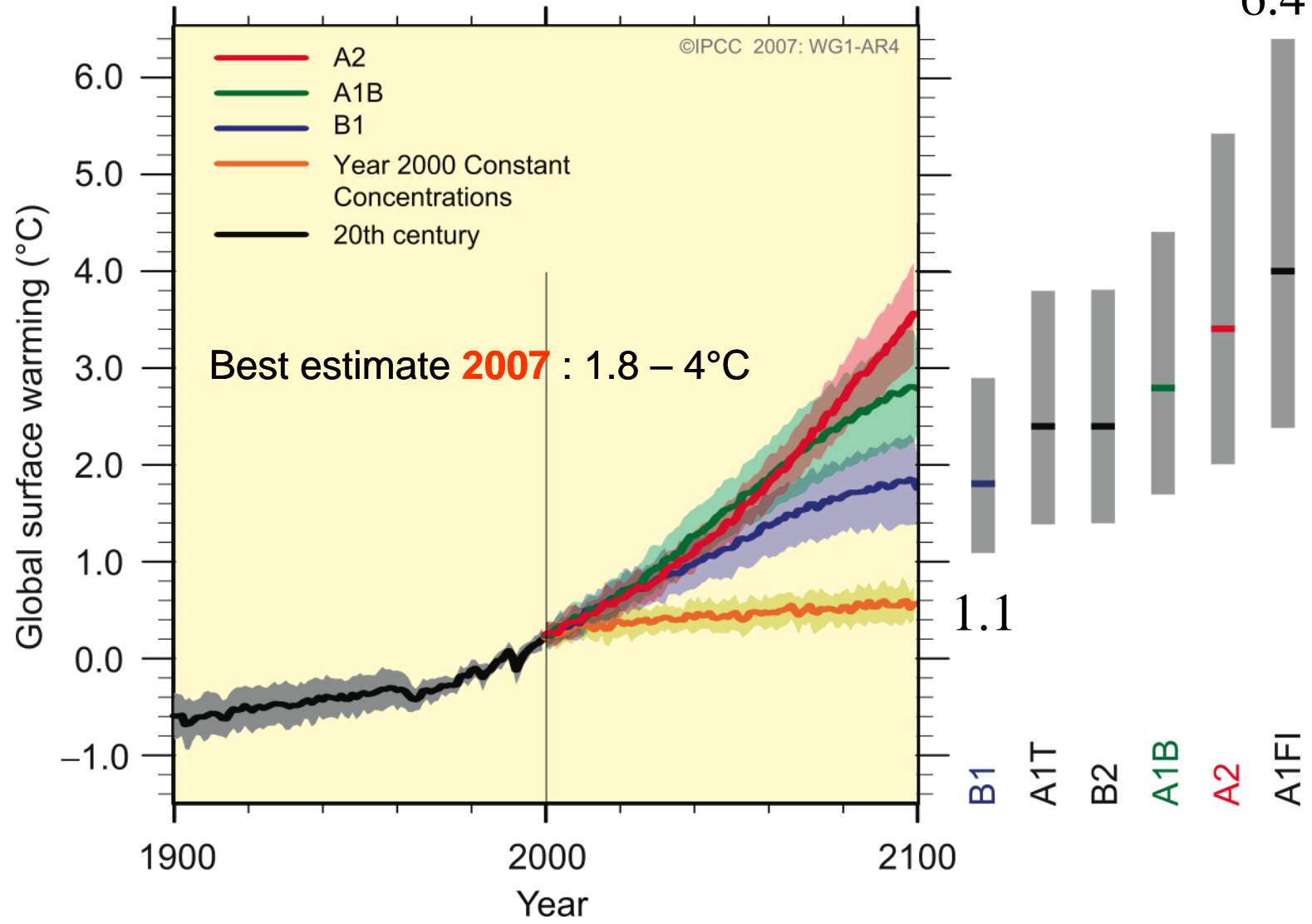
CO₂ concentrations



IPCC, 2001

Les émissions récentes dépassent les prévisions les plus pessimistes ...





GLOBAL WARMING PREDICTION (IPCC, 2007)

PROTOCOLE de KYOTO

Contraignant à partir de 15 février 2005

1. 2008-2012 : émissions 6 gaz à effet de serre réduites de 5,2 % dans les pays industrialisés par rapport à 1990. Europe : - 8 %. France : statu quo

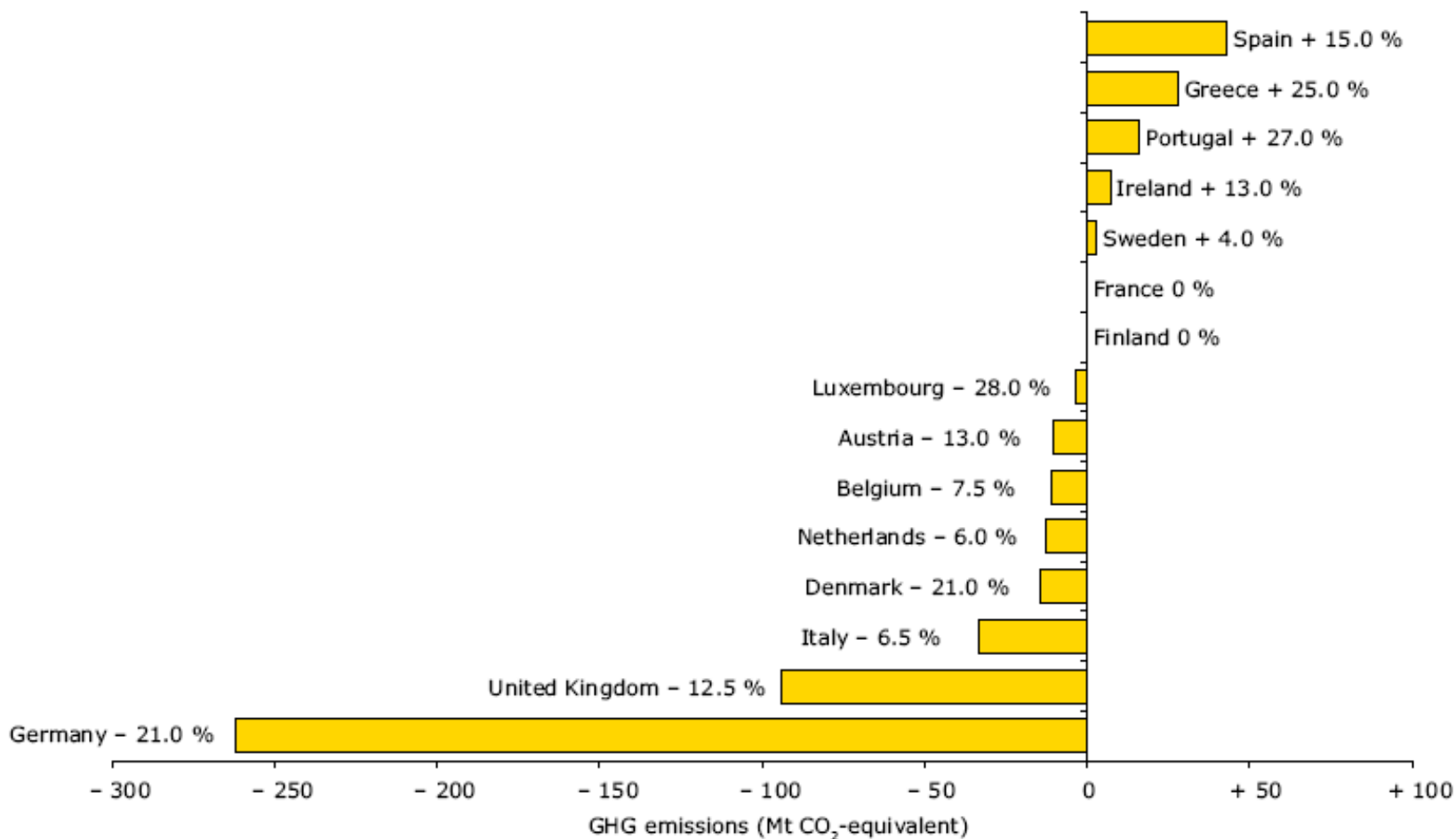
2. Mécanismes de mise en œuvre :

- achat de permis international d'émettre par les pays industrialisés**

- implantation conjointe entre pays industrialisés**

- projets de développement propre avec les pays en développement**

Figure 2.1 Greenhouse gas emission targets of EU-15 Member States for 2008–2012 relative to base-year emissions under the EU burden-sharing decision ⁽¹⁹⁾



Note: The base-year is 1990 for all EU-15 Member States for CO₂, methane (CH₄) and nitrous oxide (N₂O). 1995 is used for fluorinated gases, with the exception of France and Finland where 1990 is used.

Source: EEA. Report 9, 2006

Figure 4.4 Relative gaps (over-delivery or shortfall) between greenhouse gas projections and 2010 targets for EU-15 Member States

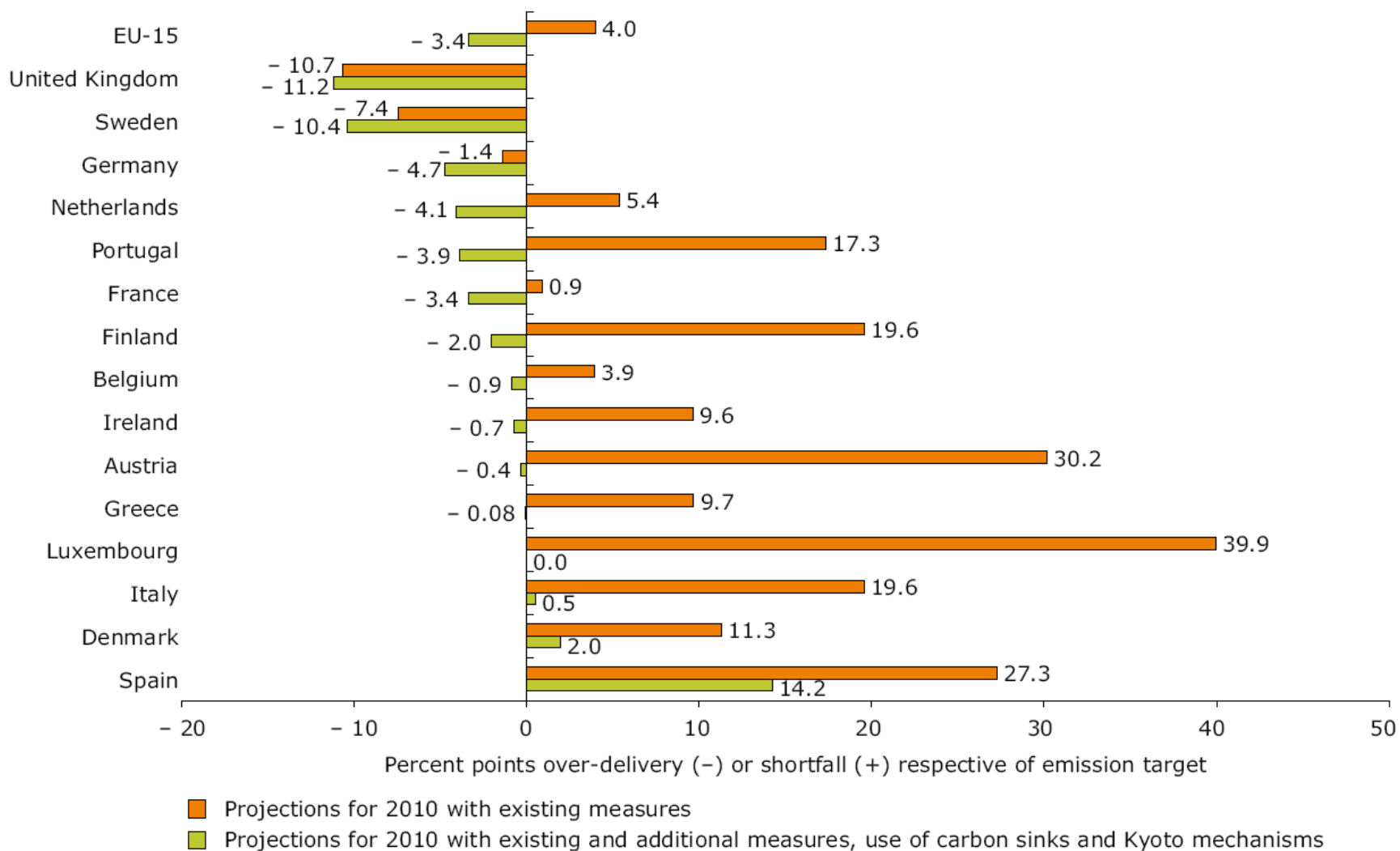
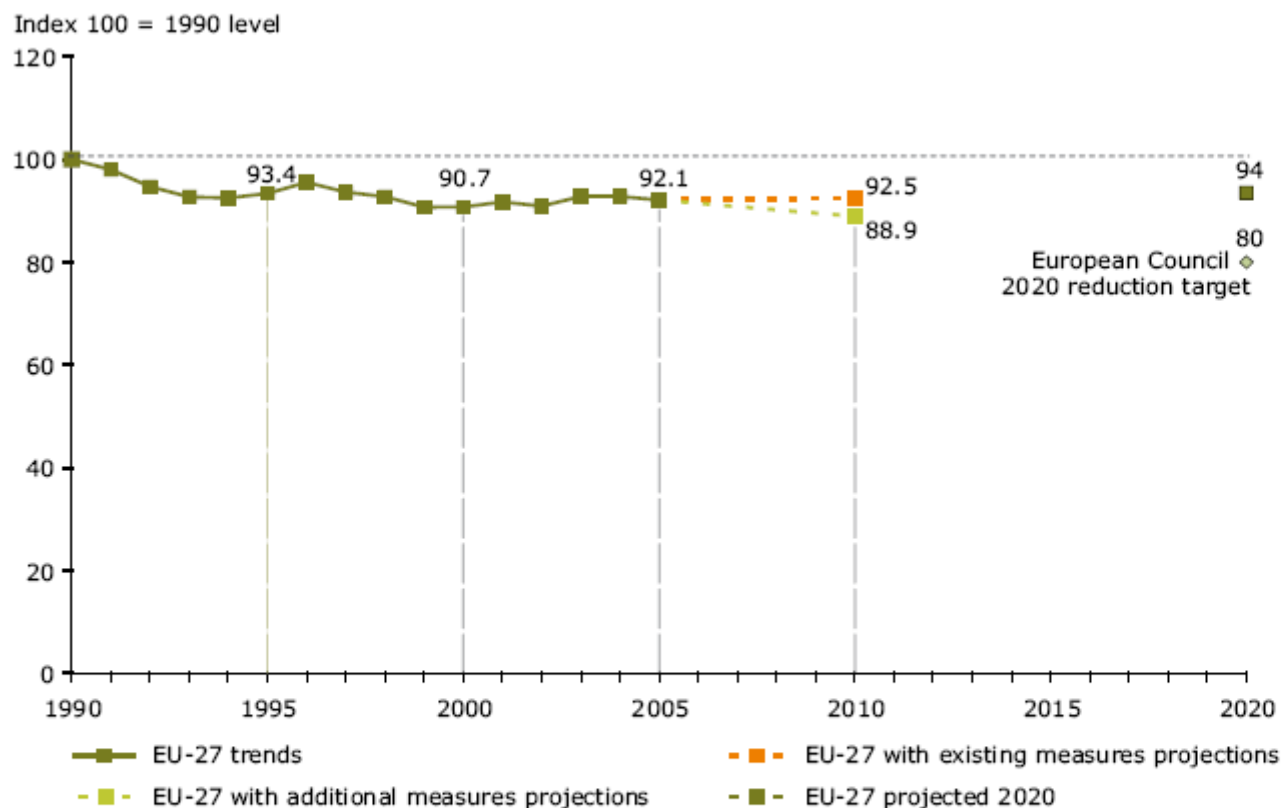


Figure 3.1 EU-27 greenhouse gas emission trends and projections to 2020



Note: Data exclude emissions and removals from land-use change and forestry.

The following Member States did not report 2015 or 2020 projections: Portugal, Luxembourg, Estonia and Malta. The greenhouse gas projections for the EU-27 are calculated on the basis of projections reported by 23 Member States ('EU-23'). The 2005–2002 percent variation of the EU-23 was applied to Portugal, Luxembourg, Malta and Estonia to obtain an EU-27 projection for 2020.

Source: EEA, based on EU Member States greenhouse gas inventories and projections. [EEA Rep 5 2007](#)

	EMISSIONS					ELECTRICITE TWh					
	MtCO _{2eq}	Non CO ₂	CO ₂	Non- elec	Elec	Elec (1)	Nucl	Renouv	Therm.	MtCO ₂ /TWh Them Global	
1990	145,6	26,5	119,1	89,2	29,9	70,8	42,7	0,9	27,2	1,10	0,422
1998	152,7	25,4	127,3	97,2	30,1	83,2	46,1	1,5	35,6	0,846	0,362
2003	147,8	21,5	126,3	97,2	29,1	84,6	47,4	1,7	34,5	0,843	0,344
2003Nuc0	187,7	21,5	166,2	97,2	69,0	84,6	0,0	1,7	81,9	0,843	0,816
2003Kyoto (9 nucl pp)	138,5	21,5	117,0	97,2	19,8	84,6	59,4	1,7	23,5	0,843	0,234
2010hightec	134,7	21,5	113,2	89,2	24,0	87,4	18,66	8,74 2456 eol	60,0	0,400	0,275
2010midtec	134,7	21,5	113,2	100	13,2	87,4	56,66	8,74	22,0	0,600	0,151
2010Nuc9	133,0	21,5	111,5	100	11,5	87,4	59,40	8,74	19,26	0,600	0,132

(1) pour les lignes 2003, il faut ajouter "pumped storage" qui vaut 1 TWh aux sources d'énergie

2003Nuc0 : les émissions si pas de centrales nucléaires → 49,3 MtCO_{2eq} excédentaires. Électricité représente alors 37% des émissions belges, devant résidentiel-tertiaire (17%), industries (16%), transport (14%), processus industriels et agriculture (16%).

2003Kyoto : respect de Kyoto dans les mêmes hypothèses non-CO2 et non-elec requiert 9 centrales nucléaires (cad 2 de plus qu'en 2003 et ce, d'une puissance plus ou moins équivalente à la moyenne de 2003)

2010hightec : respect de Kyoto avec centrales thermiques à 400gCO₂ par kWh, eol de 1,5 MW

2010midtec : centrales thermiques plus réalistes à 600 gCO₂ par kWh et 100 MtCO₂ pour non-elec tenant compte de l'accroissement du transport routier. On a alors besoin de plus d'une centrale nucléaire en plus! Ou se priver de 9,6 TWh d'électricité ou payer 5,76 MtCO_{2eq} excédentaires.

2010nuc9 : même scénario si 9 centrales nucléaires. Alors on est 1,7 MtCO_{2eq} au-dessous de Kyoto

Références observations : European Environment Agency, Technical Report 4, 2005 et UNFCCC. Pour scénarios : Berger A., 2007

Scénarii pour disparition nucléaire en Belgique : référence 2005

	Emission MtCO ₂ eq		ELECTRICITE TWh						
	Total	Elec	Total	Nucl	Therm	Renouv	eau pompe	gCO ₂ /kWh th	gCO ₂ /kWh tot
2005	143.8	29.9	87	47.6	35.5	2.6	1.3	842.3	343.7
Scen 1	183.4	70.0	87	0	83.1	2.6	1.3	842.3	842.3
Scen 2	163.7	49.8	87	0	59.1	24+2.6	1.3	842.3	572.4
Scen 3	175.4	61.5	87	0	73.1	10+2.6	1.3	842.3	706.9
Scen 4	150.5	36.6	87	0	73.1	10+2.6	1.3	500.0	420.7

Scen 1 : nucl épargne 40.1 MtCO₂eq (therm et nucl fonctionnent 22.5h par jour)

Scen 2 : max possible éol = +19.9 MtCO₂eq et 5060 éol de 2 MW + 18 pts %

(intermittance éol : therm fonctionnent 16h/jour et éol 6.5h/jour)

Scen 3 : éol limitées à 10 TWh = +31.6 MtCO₂eq et 2160 éol de 2 MW (intermittance et limite espace éol) +26 pts %

Scen 4 : Scen 3 mais haute tech thermique = +6.7 MtCO₂eq et 2160 éol de 2MW + 9 pts %

Kyoto 2005 : $145.6 \times (1 - 0.075 \times 15/20) = 137.4$

Kyoto 2010 : $145.6 \times (1 - 0.075) = 134.7$

EOLIENNES - CENTRALES ?

2002

EU15 : 428 gCO₂ / kwhe

NU(%)RE

78-12 FR : 106

58- 3 BE : 323

46-49 SE : 84

NU(%)RE

29- 8 DE 624

4- 4 NL 665

0-19 DK 676

26-15 ES 460

0-17 IT 538

Éoliennes et CO₂

Scénario 1998-2005 1 centrale nucléaire 0,83 GW → eol :

0,83 GW = 553 eol x 1,5 MW = 1,97 TWh (6,5 h par jour)

0,83 GW = 1 centr. Therm. = 5,30 TWh = 4,46 MtCO₂ (842 gCO₂/kWh)
(17,5 h/jour)

Total (2 X 0,83 GW) = 7,27 TWh

Cela donne donc 613 gCO₂/kWh ou 1,8 x actuel 1998-2005

1 éol+therm (2 x 1,5 MW) = 8000 tCO₂ par an

13.2 GWh = 4000 familles x 2 tCO₂ : 1 tCO₂ en plus par famille/an

MECANISMES DE KYOTO EU-15

Période d'engagement (commitment period) : 2008-2012

Permis d'émissions (IET), Implantation conjointe (JI), Mécanisme de développement propre (CDM)

Réduction prévue : 106.8 MtCO_{2eq} par an représentant 30 % des 340 requis ou 2.5 des 8 % promis

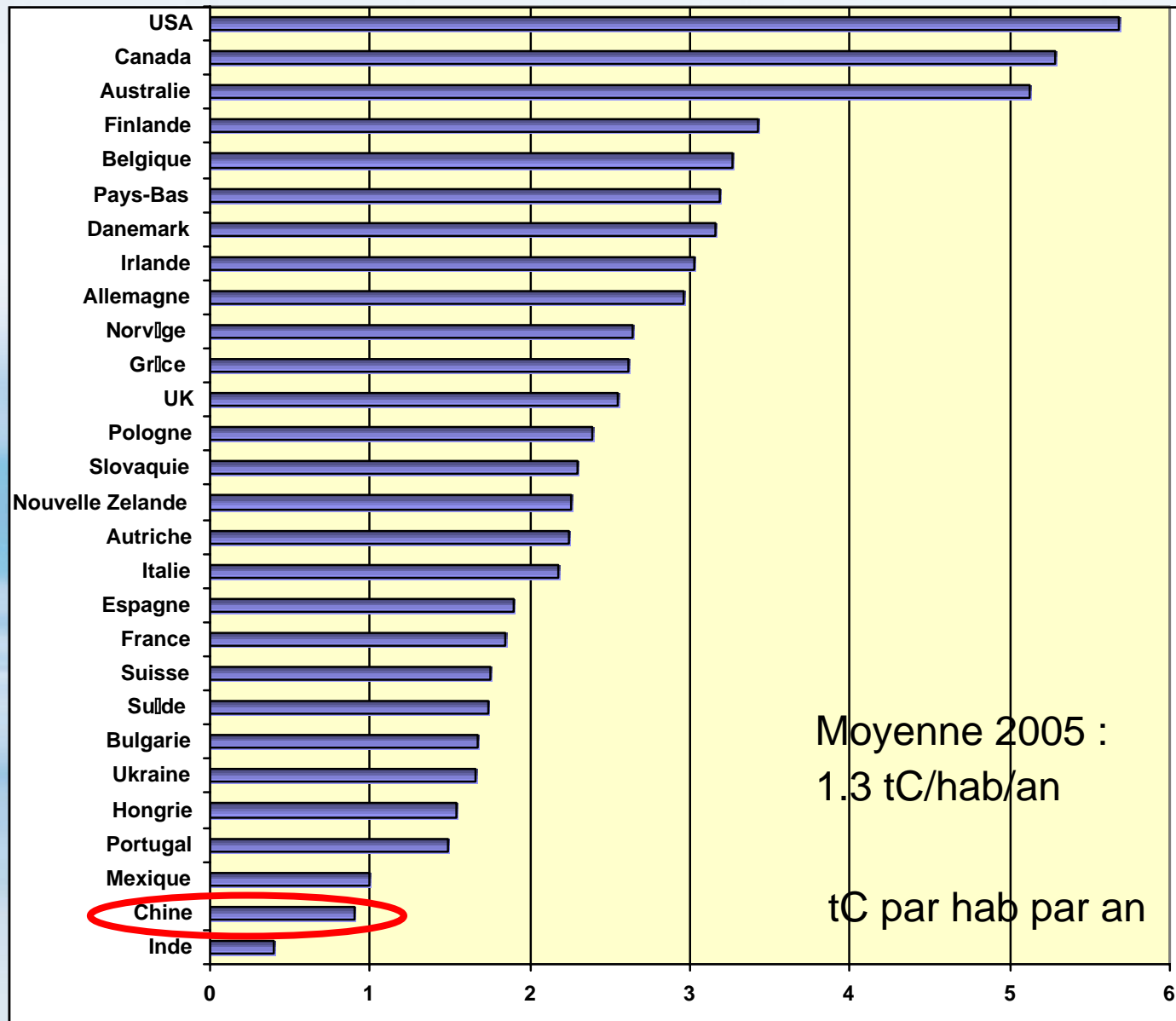
Autriche, Belgique, Danemark, Finlande, Allemagne, Italie, Pays-Bas, Espagne, Suède ont prévu 2730 M euros, ce qui à 7.4 euros / tCO_{2eq} représente une réduction de 74 MtCO_{2eq}/an

Italie : 1320, Pays-Bas : 606, Autriche : 288, Espagne : 200 M euros

Belgique : 118 M euros : GF (JI-CDM) : 70, Brux : 9, FI : 25, W (CDM) : 14

Projection : 148.4 M tCO_{2eq} cad 15.2 au-dessus de Kyoto

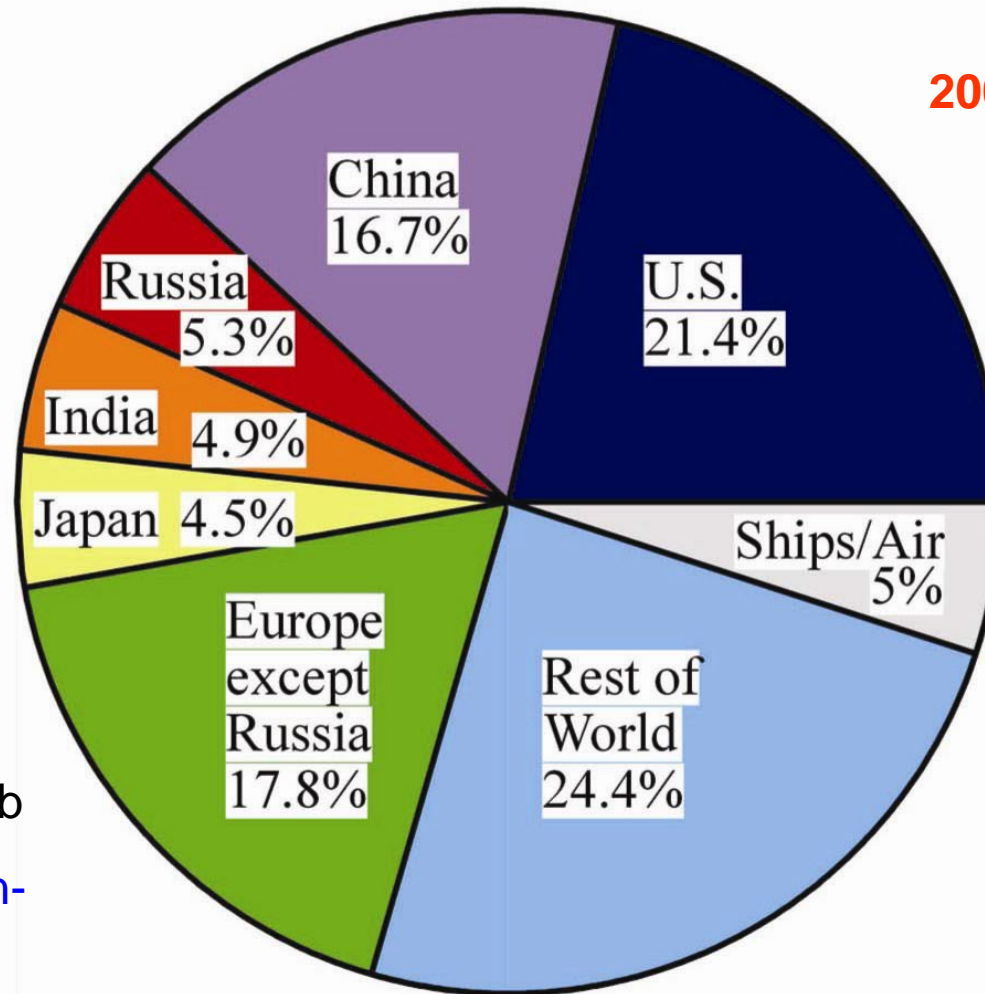
C'est «encore plus vrai» pour les émissions par habitant



Jancovici,cdf
oct 04

Émissions brutes de CO₂ par habitant pour quelques pays en 1998. Source UNFCCC. Un Chinois émet 6 fois moins qu'un Américain

2004 Portions of CO₂ Emissions



2007 China ~ USA

Monde : 6.65 Ghab

EU-25-USA-Japan-
Russia : 1.15

China : 1.31

Fossil Fuel CO₂ emissions by source country in 2004.

Source: Hansen et al, J. Geophys. Res., to be submitted

Si les Chinois se mettent à consommer comme en Belgique, leurs émissions par habitant et par an passera à 3 tC . Cela représente une augmentation totale de $2 \times 1,3 \text{ GtC} = 2,6 \text{ GtC/an}$.

Sur un total actuel de 8 GtC, cela représente une augmentation de 33 %

A scenic landscape featuring snow-capped mountains and a large, rectangular ice formation in a body of water. The scene is bathed in a warm, golden light, likely from a low sun, creating a soft glow on the snow and water. The text is overlaid on the upper half of the image.

**AGIR MAINTENANT POUR
LES GÉNÉRATIONS FUTURES
MAIS RÉFLÉCHIR D'ABORD**

MERCI DE VOTRE ATTENTION